

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

M thod for th operation of a machine-tool or a robot

Patent Number: EP0735445
Publication date: 1996-10-02
Inventor(s): SCHMIDT WOLFGANG DR (DE); ROSSI GERNOT (DE)
Applicant(s): SIEMENS AG (DE)
Requested Patent: EP0735445, A3, B1
Application Number: EP19960104810 19960326
Priority Number(s): DE19951012174 19950331
IPC Classification: G05B19/414
EC Classification: G05B19/408, G05B19/4061
Equivalents:
Cited Documents: EP0250597; US4590572; EP0371143; EP0269738; DE4333201

Abstract

The operating system uses a numerical control for each main axis (x,y) and each positioning axis (P1) of the machine tool or robot, with the required movements effected via partial programmes divided into sets. Given start parameters are provided for each of the axes in an initial partial programme set (N10), the following partial programme set (N20) initiated when the initial partial programme set is performed for the main axes, with a waiting command blocking the processing of the next set until the first set is also executed for the positioning axes.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

0EP 23219

B1



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11) EP 0 735 445 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.10.1996 Patentblatt 1996/40

(51) Int. Cl.⁶: G05B 19/414

(21) Anmeldenummer: 96104810.5

(22) Anmeldetag: 26.03.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI SE

(72) Erfinder:
• Rossi, Gernot
91245 Simmelsdorf (DE)
• Schmidt, Wolfgang, Dr.
91315 Höchstadt (DE)

(30) Priorität: 31.03.1995 DE 19512174

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(54) Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine oder eines Roboters

(57) Um das Zusammenwirken von Haupt- und Positionierachsen (x,y,S1 und P1) transparent für den Anwender zu gestalten, können jeweils in einem Satz (N10) eines Teileprogramms, das dann auch in einem Kanal von mehrkanaligen Steuerungen ablaufen kann, sowohl die Hauptachsen (x,y,S1) als auch die Positionierachsen (P1) gestartet werden. Dabei dürfen die folgenden Sätze (N20) des Teileprogramms auch dann

ablaufen, wenn der startende Satz (N10) nur für die Hauptachsen (x,y) abgearbeitet ist, sofern nicht ein gesonderter Wartebefehl (WAIT) im laufenden Teileprogramm die weitere Satzarbeitung sperrt, bis der startende Satz (N10) auch bezüglich der Positionierachsen (P1) abgearbeitet ist.

N10 G01 X100 Y100 F1000	POS A [P1] = 50	F [P1] = 2000
N20 G01 X200 Y200		
N25 WAIT P1		
N30 G01 X300 Y300	POS A [P1] = 100	

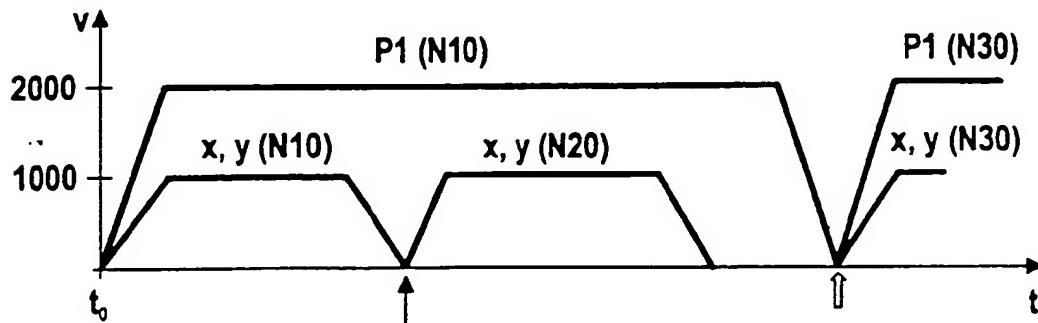


FIG 3

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine oder eines Roboters mit unmittelbar zusammenwirkenden Hauptachsen sowie zusätzlichen Positionierachsen, wobei alle Achsen von einer numerischen Steuerung entsprechend einem satzweise gegliederten Teileprogramm mit Sollwerten für die auszuführenden Bewegungen versorgt werden.

Bei modernen Werkzeugmaschinen ist es nicht nur erforderlich, die Hauptachsen zu steuern, sondern es sind auch weitere Achsen, sogenannte Positionierachsen, zu berücksichtigen. Positionierachsen stellen eine Möglichkeit zur Programmierung paralleler Bewegungsvorgänge dar. Damit ist es also möglich, mindestens eine zweite Bewegung zur Werkzeug- und Werkstückhandhabung während der Hauptzeit auszuführen. Beispielhafte Anwendungsgebiete hierzu sind:

- Starten des Bewegungsvorganges eines Laders zur Werkstückentnahme bevor die Rückzugsbewegung des Werkzeugs auf eine sichere Position zum Stillstand gebracht würde,
- Steuerung einer Pinole,
- Positionierung eines neu einzuhängenden Werkzeugs auf eine Werkzeugwechselposition parallel zum Bearbeitungsvorgang.

Bei mehrkanaligen Werkzeugmaschinensteuerungen war die Berücksichtigung von Positionierachsen bis dato nur möglich, wenn Haupt- und Positionierachsen in unterschiedlichen Kanälen gesteuert wurden (DE-OS 43 33 2011). Dabei wurde der zeitliche Ablauf vom Positionier- und Hauptachsen durch eine Anpaßsteuerung, eine sogenannte PLC, gesteuert bzw. synchronisiert. Eine Synchronisierung von Positionier- und Hauptachsen im selben Interpolationstakt war dabei nicht möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art so auszubilden, daß sowohl Hauptachsen, als auch Positionierachsen gemeinsam programmiert werden können und nicht in mehreren Kanälen entkoppelt voneinander zu behandeln sind.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß jeweils in einem Satz des Teileprogramms sowohl die Hauptachsen als auch die Positionierachsen entsprechend vorgegebener Parameter gestartet werden, daß dabei jedoch die folgenden Sätze des Teileprogramms auch dann ablaufen dürfen, wenn der startende Satz nur für die Hauptachsen abgearbeitet ist, sofern nicht ein gesonderter Wartebebefehl im laufenden Teileprogramm die weitere Satzarbeitung sperrt, bis der startende Satz auch bezüglich der Positionierachsen abgearbeitet ist.

Es werden also Positionierachsen gemeinsam mit Hauptachsen im gleichen NC-Satz programmiert. Weil kein Zusammenhang zwischen NC-Satzende und Ende der Positionierbewegung gegeben ist, wird durch einen

gesonderten Wartebebefehl ein Synchronisationsmechanismus zwischen Haupt- und Positionierachsen realisiert. Beim Stand der Technik konnten zwar Haupt- und Positionierachsen (Simulationsachsen) programmiert werden, jedoch über Satzgrenzen konnten diese Positionierachsen nicht verfahren werden. Der NC-Satz galt dann als beendet, wenn alle Bahn- und Positionierachsen ihren Zielpunkt erreicht hatten.

Dadurch, daß ein gemeinsamer Interpolationstakt

10 (IPO-Takt) zum Generieren der Sollwerte für die Hauptachsen und die Positionierachsen verwendet wird, ist eine Synchronisierung von Positionier- und Hauptachsen im selben IPO-Takt möglich. Bedarfswise können jedoch auch verschiedene Interpolationstakte zum Generieren der Sollwerte für die Hauptachsen und die Positionierachsen verwendet werden.

15 Ein äußerst sicherer Betrieb einer numerischen Steuerung wird dadurch gewährleistet, daß dann, wenn eine in Bewegung befindliche Positionierachse vom Teileprogramm mit neuen Parametern angesprochen wird, eine Fehlermeldung ausgelöst wird.

20 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

25 FIG 1 die Struktur des Zusammenspiels einer numerischen Steuerung mit einer Werkzeugmaschine,
 FIG 2 ein erstes Teileprogramm mit resultierendem Zeit-Geschwindigkeitsverlauf und
 30 FIG 3 ein zweites Teileprogramm mit resultierendem Zeit-Geschwindigkeitsverlauf.

In der Darstellung gemäß FIG 1 ist in Form eines 35 Blockschaltbildes angedeutet, wie aus einem Teileprogrammspeicher TPS einer der Übersichtlichkeit halber nicht weiter dargestellten numerischen Steuerung über einen Kanal K_i der Steuerung Sollwerte für die auszuführenden Bewegungen der Aggregate eine Werkzeugmaschine WM ausgegeben werden. Bei der Werkzeugmaschine WM mag es sich dabei um eine Drehmaschine handeln, bei der ein Werkstück WS um eine Achse S1 gedreht wird und wobei ein Werkzeug WZ, in diesem Fall ein Drehmeißel, in zwei Achsen x 40 und y positioniert wird. Die Sollwerte für die Bewegungen der Achsen S1, x und y werden über die numerische Steuerung als Werte x_s , y_s und $S1_s$ aus demselben Kanal K_i geliefert, der dann auch Sollwerte $P1_s$ für die Position P1 eines Laders L, bei dem es sich 45 um einen Werkzeuglader handeln möge, liefert. Selbstverständlich können noch weitere Achsinformationen von der numerischen Steuerung an die Werkzeugmaschine WM gegeben werden, wie dies durch offene Ausgänge am Kanal K_i angedeutet ist. Ebenso soll das 50 offene Netzwerk hinter dem Teileprogrammspeicher TPS und dem Kanal K_i und darauf hindeuten, daß auch weitere Kanäle der numerischen Steuerung für andere Steuerungszwecke zur Verfügung stehen. Zunächst sei 55 angenommen, daß der Wunsch bestehen möge, daß

zwar die Hauptachsen x und y wie auch die Positionierachse P1 gemeinsam gestartet werden, daß jedoch dann unverzüglich nach Beendigung der ausgelösten Bewegungen für die Hauptachsen der nächste Satz des Teileprogramms fortgeführt werden kann, ohne daß zuerst die Beendigung der Bewegung der Positionierachse P1 abzuwarten wäre.

Programmtechnisch könnte das, wie im oberen Teil von FIG 2 angedeutet, so aussehen, daß in einem ersten Satz N10 zunächst mit der Kennung G01 angegeben wird, daß eine Linearbewegung der Hauptachsen erfolgen soll. Durch die Parameter X100 und Y100 wird die anzufahrende Position angegeben und mit F1000 wird die Geschwindigkeit der Bewegung definiert. In diesem Satz N10 wird jedoch nun ein Zusatzkriterium eingeführt, das im Beispiel als POS A angibt, daß die im folgenden spezifizierte Positionierachse P1 zwar mit dem Satz N10 gestartet wird, jedoch unabhängig von der weiteren Programmabfolge weiterbewegt wird, bis ein durch POS A [P1] = 50 definierter Ort "50" der Positionierachse P1 erreicht ist. Durch F [P1] = 2000 wird die Geschwindigkeit der Positionierachsbe-
wegung definiert.

In einem nächsten Satz des Teileprogramms, d.h. im Ausführungsbeispiel einem Satz N20, kann dann angegeben sein, daß durch eine weitere Linearbewe-
gung mit gleichbleibender Geschwindigkeit die Hauptachsen x und y auf Werte X200 und Y200 zu verfahren sind. In einem weiteren Satz des Teileprogramms, d. h. einem Satz N30, kann dann angegeben sein, daß durch eine weitere Linearbewegung mit gleichbleibender Geschwindigkeit die Hauptachsen x und y auf Werte X300 und Y300 zu verfahren sind. Ferner kann durch POS A [P1] = 100 eine neue anzufahrende Position der Positionierachse P1 vorgegeben werden. Der resultie-
rende Zeit-Geschwindigkeitsverlauf $v = f(t)$ ist im unteren Teil von FIG 2 dargestellt. So ist ersichtlich, daß zur Zeit t_0 sowohl die Bewegungen der Hauptachsen x und y als auch der Positionierachse P1 gestartet werden.

Die gekoppelten Hauptachsen x und y werden gemäß der Information des Satzes N10 mit Geschwin-
digkeit "1000" so bewegt, daß die Werte X100 und Y100 erreicht werden. Bei Erreichen dieser Werte kann - aber muß nicht - eine Geschwindigkeitsabsenkung vorgenommen werden. Typisch ist jedoch, daß mit dem Errei-
chen der angestrebten Position der Hauptachsen des Satzes N10 unverzüglich der nächste neue Satz, in die-
sem Fall der Satz N20 gestartet wird. Dies ist in der Dar-
stellung durch einen einfachen Pfeil angedeutet.

Nach Beendigung des Satzes N20 beginnt dann der Satz N30, wie dies in der Darstellung durch einen offenen Pfeil angedeutet ist. Wenn die Positionierachse P1, wie durch eine durchgezogene Linie symbolisiert, innerhalb des Satzes N20 ihre Bewegung ausgeführt hat, ist dies für den eingangs geschilderten Bewe-
gungsablauf Problemlos. Wenn jedoch die Positionierachse, wie durch eine gestrichelte Linienführung angedeutet ist, noch in Bewegung ist, sofern der Satz N30 gestartet wird, liegt ein Kollisionsfall vor, da die

Positionierachs ihre Position noch nicht erreicht hat aber im Satz N30 bereits eine weitere Position vorgegeben wird.

Dieser Wechsel kann gemäß einer zweckmäßigen

- 5 Ausgestaltung der Erfindung durchaus signalisiert werden, jedoch ist es wesentlich für die Hauptidee der Erfindung, daß eine derartige Kollision gar nicht erst eintritt. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen werden im Zusammenhang mit FIG 3 geschildert.
- 10 So ist im oberen Teil von FIG 3 die Programmab-
folge der Schritte N10 und N20 unverändert angenom-
men, jedoch wird vor Beginn des ebenfalls
unveränderten Satzes N30 ein Satz N25 eingeschaltet,
der durch seine Information WAIT P1 sicherstellt, daß
15 der folgende Satz nicht eher begonnen werden kann,
als bis die Positionierachse P1 die im Satz N10 gefor-
derte Bewegung ausgeführt hat. Dies Verhalten führt zu
einem Bewegungsablauf, wie er im Zeit-Geschwindig-
keitsdiagramm im unteren Teil von FIG 3 angedeutet ist.
- 20 Signifikant für diesen Verlauf ist dabei eine Verlagerung
des Startzeitpunktes für den Satz N30 dahingehend,
daß dieser Zeitpunkt - durch einen offenen Pfeil symbo-
lisiert - erst dann vorliegt, wenn die zuvor ausgelöste
Positionierbewegung abgeschlossen werden.

25 Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine oder eines Roboters mit unmittelbar zusammenwir-
kenden Hauptachsen sowie zusätzlichen Positio-
nierachsen, wobei alle Achsen von einer numerischen Steuerung entsprechend einem satz-
weise gegliederten Teileprogramm mit Sollwerten
30 für die auszuführenden Bewegungen versorgt werden, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils in
einem Satz (N10) des Teileprogramms sowohl die
Hauptachsen (x,y) als auch die Positionierachsen
(P1) entsprechend vorgegebener Parameter
35 gestartet werden, daß dabei jedoch die folgenden
Sätze (N20) des Teileprogramms auch dann ablau-
fen dürfen, wenn der startende Satz (N10) nur für
die Hauptachsen (x,y) abgearbeitet ist, sofern nicht
ein gesonderter Wartebefehl (WAIT) im laufenden
40 Teileprogramm die weitere Satzarbeitung sperrt,
bis der startende Satz (N10) auch bezüglich der
Positionierachsen (P1) abgearbeitet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß ein gemeinsamer Interpolationstakt
50 zum Generieren der Sollwerte für die Hauptachsen
(x,y) und die Positionierachsen (P1) verwendet
wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß verschiedene Interpolationstakte
55 zum Generieren der Sollwerte für die Hauptachsen
(x,y) und die Positionierachsen (P1) verwendet wer-
den.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn eine in Bewegung befindliche Positionierachse (P1) vom Teileprogramm mit neuen Parametern ansprochen wird, eine Fehlermeldung ausgelöst wird. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

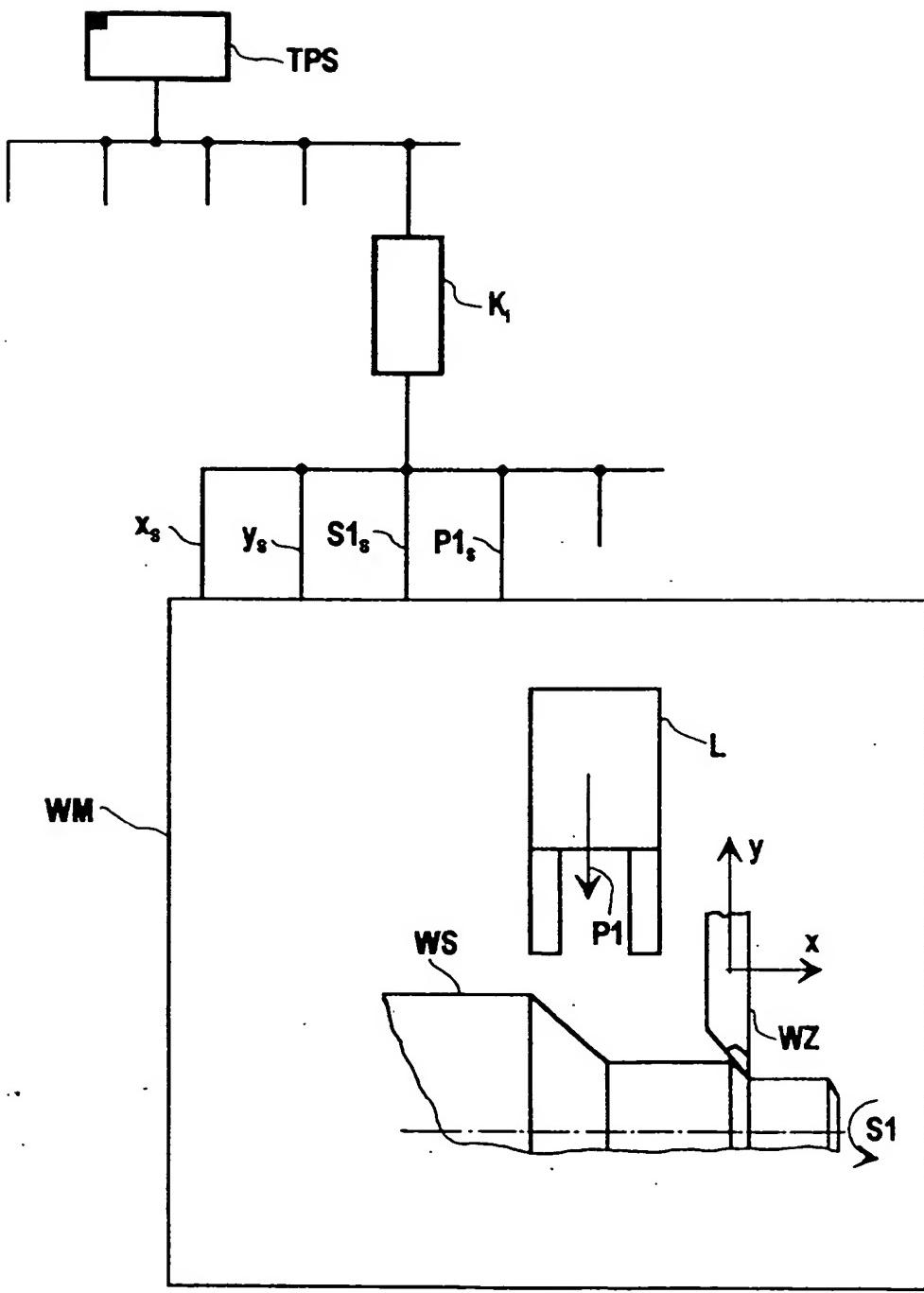


FIG 1

EP 0 735 445 A2

N10 G01 X100 Y100 F1000 POS A [P1] = 50 F [P1] = 2000
N20 G01 X200 Y200
N30 G01 X300 Y300 POS A [P1] = 100

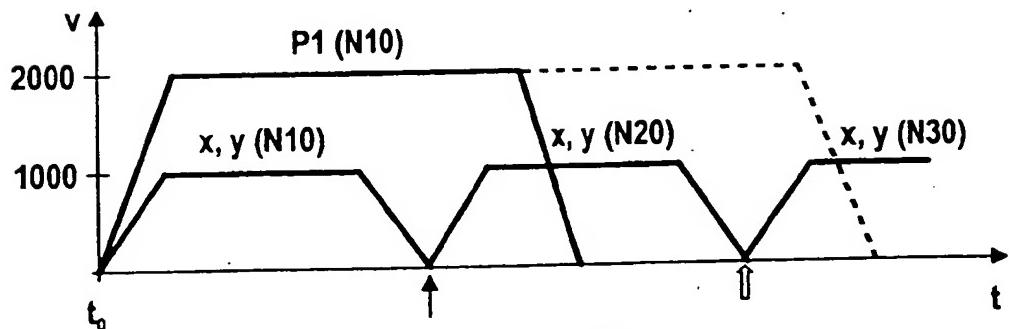


FIG 2

N10 G01 X100 Y100 F1000 POS A [P1] = 50 F [P1] = 2000
N20 G01 X200 Y200
N25 WAIT P1
N30 G01 X300 Y300 POS A [P1] = 100

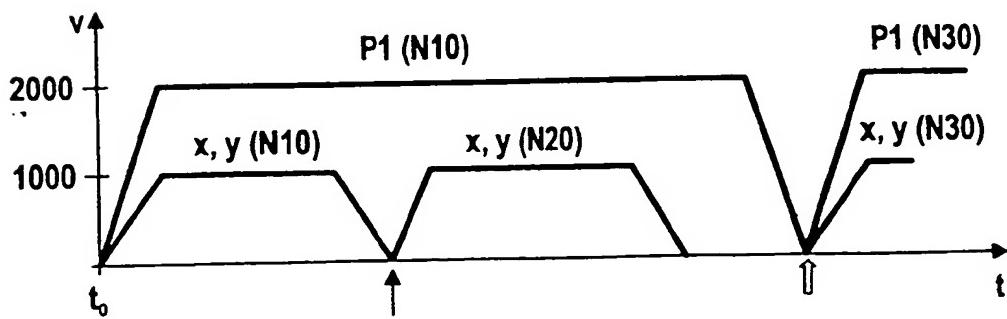


FIG 3



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 735 445 A3

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:
26.02.1997 Patentblatt 1997/09

(51) Int. Cl.⁶: G05B 19/414, G05B 19/408

(43) Veröffentlichungstag A2:
02.10.1996 Patentblatt 1996/40

(21) Anmeldenummer: 96104810.5

(22) Anmeldestag: 26.03.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI SE

(72) Erfinder:
• Rossi, Gernot
91245 Simmelsdorf (DE)
• Schmidt, Wolfgang, Dr.
91315 Höchstadt (DE)

(30) Priorität: 31.03.1995 DE 19512174

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(54) Verfahren zum Betrieb einer Werkzeugmaschine oder eines Roboters

(57) Um das Zusammenwirken von Haupt- und Positionierachsen (x,y,S1 und P1) transparent für den Anwender zu gestalten, können jeweils in einem Satz (N10) eines Teileprogramms, das dann auch in einem Kanal von mehrkanaligen Steuerungen ablaufen kann, sowohl die Hauptachsen (x,y,S1) als auch die Positionierachsen (P1) gestartet werden. Dabei dürfen die folgenden Sätze (N20) des Teileprogramms auch dann

ablaufen, wenn der startende Satz (N10) nur für die Hauptachsen (x,y) abgearbeitet ist, sofern nicht ein gesonderter Wartebefehl (WAIT) im laufenden Teileprogramm die weitere Satzarbeitung sperrt, bis der startende Satz (N10) auch bezüglich der Positionierachsen (P1) abgearbeitet ist.

N10 G01 X100 Y100 F1000 POS A [P1] = 50 F [P1] = 2000
N20 G01 X200 Y200
N25 WAIT P1
N30 G01 X300 Y300 POS A [P1] = 100

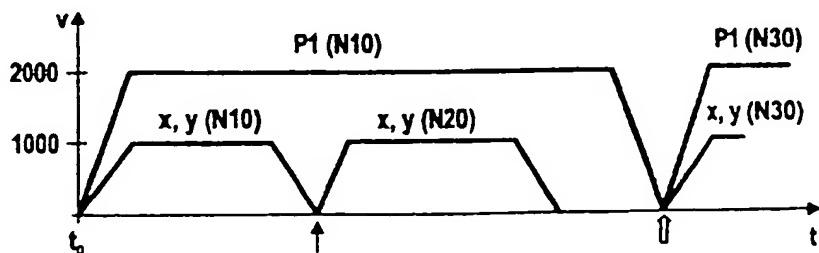


FIG 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 4810

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)						
Y	EP-A-0 250 597 (FANUC LTD) 7.Januar 1988 * Seite 5, Zeile 4 - Seite 6, Zeile 2 * * Seite 6, Zeile 19 - Seite 14, Zeile 5; Abbildungen 1-5 * ---	1,2	G05B19/414 G05B19/408						
Y	US-A-4 590 572 (IMANISHI KAZUO) 20.Mai 1986 * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 57; Abbildungen 1-8D *	1,2							
A	EP-A-0 371 143 (FANUC LTD) 6.Juni 1990 * Seite 4, Zeile 1 - Seite 4, Zeile 13; Anspruch 1; Abbildungen 1-8 *	1-4							
A	EP-A-0 269 738 (FANUC LTD) 8.Juni 1988 * Ansprüche 1,2 *	1-4							
D,A	DE-A-43 33 201 (SIEMENS AG) 30.März 1995 * Spalte 1, Zeile 53 - Spalte 2, Zeile 65; Abbildungen 1,2 *	1							
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)									
G05B									
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 33%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>MÜNCHEN</td> <td>9.Dezember 1996</td> <td>Fourrichon, P</td> </tr> </table> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichttechnische Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>				Recherchort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	MÜNCHEN	9.Dezember 1996	Fourrichon, P
Recherchort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
MÜNCHEN	9.Dezember 1996	Fourrichon, P							